

# ROTARY COMPRESSOR AND ITS MANUFACTURING METHOD

Patent number: JP2002098077

Publication date: 2002-04-05

Inventor: EZUMI MOTOTAKA; KUTOKU SEIJI

Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

Classification:

- international: B22F3/24; C22C37/06; C22C38/00; C22C38/18; C22C38/40; C23C8/02; C23C8/26; F04C18/356; B22F3/24; C22C37/00; C22C38/00; C22C38/18; C22C38/40; C23C8/02; C23C8/24; F04C18/356; (IPC1-7): F04C18/356; B22F3/24; C22C37/06; C22C38/00; C22C38/18; C22C38/40; C23C8/02; C23C8/26

- european:

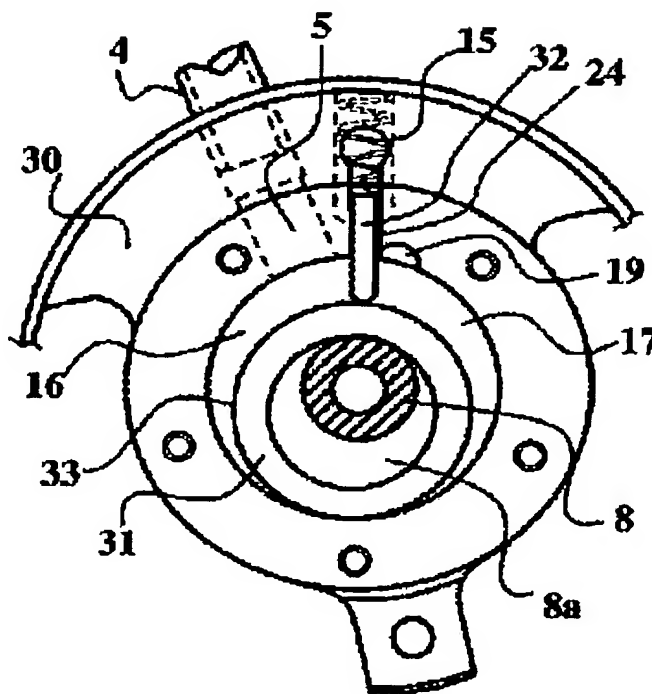
Application number: JP20000290389 20000925

Priority number(s): JP20000290389 20000925

Report a data error here

## Abstract of JP2002098077

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a sliding material with excellent wear resistance in a rotary compressor for R134a refrigerant, R22 refrigerant and R22 substitute refrigerant. **SOLUTION:** A vane 32 used for this rotary compressor is constituted by forming a first compound layer comprising Fe<sub>3</sub>N or (FeCr)<sub>3</sub>N, a second compound layer comprising Fe-Cr-N, and a nitrogen diffusion layer inward in this order from the surface, on the surface of an iron powder sintered alloy base with a porosity of 15% or less subjected to martensite structurization and then grinding the rear side face to ensure dimensional accuracy. Wear resistance is improved by the use of such a vane 32.



Data supplied from the *esp@cenet* database - Worldwide

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開 2002-98077

(P 2002-98077A)

(43)公開日 平成14年4月5日(2002.4.5)

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ト\*(参考)

F 0 4 C 18/356

F 0 4 C 18/356

P. 4K018

D 4K028

W

B 2 2 F 3/24

B 2 2 F 3/24

K

J

審査請求 未請求 請求項の数 1 4 O L

(全 1 1 頁)

最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-290389(P2000-290389)

(22)出願日 平成12年9月25日(2000.9.25)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 江住 元隆

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 久徳 清治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 100097445

弁理士 岩橋 文雄 (外2名)

Fターム(参考) 4K018 AA33 BA17 DA11 FA06 FA09

FA11 FA28 KA02 KA70

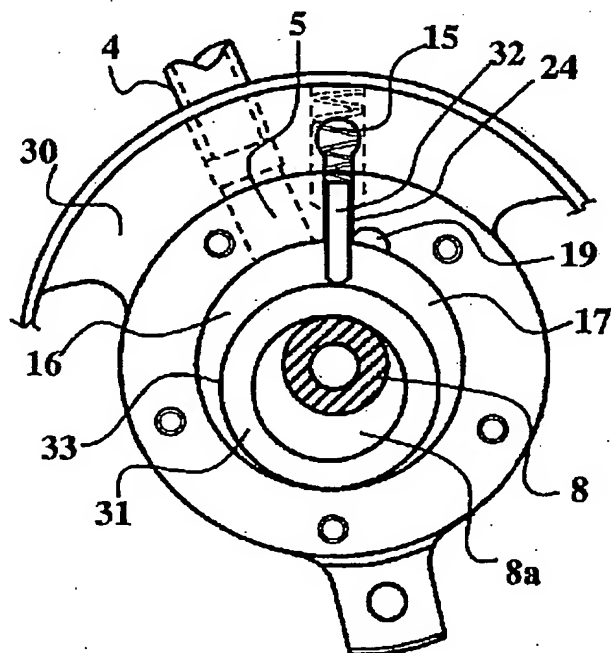
4K028 AA02 AB03

(54)【発明の名称】ロータリ圧縮機およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 R134a冷媒、R22冷媒、R22代替冷媒用のロータリ圧縮機において耐摩耗性に優れた摺動材を提供する。

【解決手段】 空孔率15%以下のマルテンサイト組織化された鉄系粉末焼結合金基地の表面に、 $\text{Fe}_3\text{N}$ または $(\text{FeCr})_3\text{N}$ からなる第1化合物層および $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{N}$ からなる第2化合物層および窒素拡散層を表面から内側に向かって順に形成し、しかる後側面を研削して寸法精度を確保したペーン32を使用することで、耐摩耗性を向上させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 円筒形状の内周面を有するシリンダと、前記シリンダ内周面に対して外周面を接しながら偏芯回転運動をするローラと、前記シリンダの径方向に設けられたシリンダ溝に摺動自在かつ出沒可能に挿入されたベーンとからなり、前記ベーンが先端部をローラの外周面に摺接するように弾性体によって付勢されてシリンダ内空間を吸入空間と圧縮空間に仕切るように構成されたロータリ圧縮機であって、前記ベーンは空孔率15%以下のマルテンサイト組織化された鉄系粉末焼結合金基地の表面に、 $\text{Fe}_3\text{N}$ または $(\text{FeCr})_3\text{N}$ からなる第1化合物層および $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{N}$ からなる第2化合物層および窒素拡散層を表面から内側に向かって順に形成されていることを特徴とするロータリ圧縮機。

【請求項2】 鉄系粉末焼結合金はクロームを9~27%、炭素を0.4%以上含有する焼き入れ硬化性のある合金鋼としたことを特徴とする請求項1記載のロータリ圧縮機。

【請求項3】 鉄系粉末焼結合金はクロームを9~27%、ニッケルを4~8%、炭素を0.2%以下含有する析出硬化性のある材料で構成したことを特徴とする請求項1記載のロータリ圧縮機。

【請求項4】 第1化合物層の厚さを1~20 $\mu\text{m}$ 、第2化合物層の厚さを50~200 $\mu\text{m}$ としたことを特徴とする請求項1乃至3記載のロータリ圧縮機。

【請求項5】 シリンダ溝と摺動するベーンの側面で、第1および第2の化合物層を除去し、窒素拡散層が主たる摺動面となるように加工したことを特徴とする請求項1乃至4記載のロータリ圧縮機。

【請求項6】 シリンダ溝と摺動するベーンの側面で第1の化合物層すべてと第2の化合物層の一部を除去し、第2の化合物層と窒素拡散層とが混在して露出する面が摺動面となるように加工したことを特徴とする請求項1乃至4記載のロータリ圧縮機。

【請求項7】 シリンダ溝と摺動するベーンの側面で第1の化合物層を除去し、第2の化合物層が摺動面となるように加工したことを特徴とする請求項1乃至4記載のロータリ圧縮機。

【請求項8】 ローラの外周面に摺接するベーンの先端部を表面粗さ $R_y 3\mu\text{m}$ 以下の第2の化合物層となるように研削加工したことを特徴とする請求項1乃至4記載のロータリ圧縮機。

【請求項9】 ローラが、クロームを0.5~1.0%、モリブデンを0.2~0.4%、リンを0.1~0.4%含む鋳鉄からなることを特徴とする請求項1乃至8記載のロータリ圧縮機。

【請求項10】 ローラが、クロームを0.5~1.0%、モリブデンを0.2~0.4%、ボロンを0.02~0.1%含む鋳鉄からなることを特徴とする請求項1乃至8記載のロータリ圧縮機。

【請求項11】 冷媒がHFCで、冷凍機油がエステル油であることを特徴とする請求項1乃至10記載のロータリ圧縮機。

【請求項12】 円筒形状の内周面を有するシリンダと、前記シリンダ内周面に対して外周面を接しながら偏芯回転運動をするローラと、前記シリンダの径方向に設けられたシリンダ溝に摺動自在かつ出沒可能に挿入されたベーンとからなり、前記ベーンが先端部をローラの外周面に摺接するように付勢されてシリンダ内空間を吸入空間と圧縮空間に仕切るロータリ圧縮機の製造方法であって、前記ベーンを空孔率15%以下の鉄系粉末焼結合金を熱処理によりマルテンサイト組織とした後、窒化または軟窒化処理により、 $\text{Fe}_3\text{N}$ または $(\text{FeCr})_3\text{N}$ からなる第1化合物層および $\text{Fe}-\text{Cr}-\text{N}$ からなる第2化合物層および窒素拡散層を表面から内側に向かって順に形成したことを特徴とするロータリ圧縮機の製造方法。

【請求項13】 窒化または軟窒化処理の温度を500℃から580℃とし、窒素拡散層の厚さを0.05mm以上としたことを特徴とする請求項11記載のロータリ圧縮機の製造方法。

【請求項14】 ベーンを焼結成形した後に水蒸気処理をして前記ベーンの表面および空孔内に酸化皮膜を形成し、しかる後に窒化または軟窒化処理を行なうことを特徴とする請求項11または12記載のロータリ圧縮機の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ロータリ圧縮機に係わり、特にR22冷媒、R134a冷媒、R22代替冷媒用としてのHFC冷媒に好適な圧縮機に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 本願発明に係る従来の技術について、図10を用いて説明する。図10は、従来知られたロータリ圧縮機で、シリンダ10と、シャフト8によりシリンダ10内で偏心して回転するローラ13と、シリンダ10に径方向に形成したシリンダ溝24と、シリンダ溝24に摺動自在かつ出沒可能に挿入されて先端がローラ13と摺接するベーン14とを備えている。この時ベーン14は側面がシリンダ溝24と往復摺動運動し、かつ先端が偏芯回転するローラ13の外周面と摺接しながら回転されるので高い耐摩耗性を要求されることになる。このためベーン14は耐摩耗性に優れた特殊鉄系溶製材料に熱処理を施し、研削加工仕上げを行なっている。また、より耐摩耗性を向上させるために、熱処理、研削仕上げされたベーン14を窒化処理した後、シリンダ10との摺動面を研削精密仕上げして寸法精度を出すようにしている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このロータリ圧縮機においては、近年オゾン層の破壊防止など地球環境保護のためにHFC冷媒が使用されるようになってきている。しかしながら、HFC冷媒は塩素を構成要素として含まないため、潤滑性が低いという性質があり、より耐摩耗性の高い材料組合せが要求されるようになってきている。一方、ロータリ圧縮機の寿命については更なる長寿命が要求され、より低コストのロータリ圧縮機が常に求められている。

【0004】上記のような要求に対しては、従来の特殊鉄系溶製材料に熱処理を施し、研削加工仕上げを行ない、更に窒化処理を行なった後シリンダとの摺動面を研削精密仕上げしたベーンでは耐摩耗性が不十分であった。また、溶製材料でベーンを作る場合には全面加工をする必要があり、加工コストが非常に高いものになるという課題もあった。

【0005】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、空孔率15%以下のマルテンサイト組織化された鉄系粉末焼結合金基地の表面に、 $Fe_3N$ または $(FeCr)_3N$ からなる第1化合物層および $Fe-Cr-N$ からなる第2化合物層および窒素拡散層を表面から内側に向かって順に形成したベーンを使用する構成としたものである。さらには、寸法精度を出す目的でシリンダと摺動するベーン側面を仕上げ研削加工し、第2化合物層または拡散層を露出させる構成としたものである。

【0006】これにより、摺動面を耐摩耗性の高い化合物層または窒素拡散層で構成し、かつ適度に形成された空孔により潤滑油を保持するので、ベーンと他の摺動部品間の耐摩耗性を大幅に向上させることができる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、円筒形状の内周面を有するシリンダと、前記シリンダ内周面に外周面を接しながら偏芯回転運動をするローラと、前記シリンダの径方向に設けられたシリンダ溝に摺動自在かつ出沒可能に挿入されたベーンとからなり、前記ベーンが先端部をローラの外周面に摺接するように弾性体によって付勢されてシリンダ内空間を吸入空間と圧縮空間に仕切るロータリ圧縮機であって、前記ベーンは空孔率15%以下のマルテンサイト組織化された鉄系粉末焼結合金基地の表面に、 $Fe_3N$ または $(FeCr)_3N$ からなる第1化合物層および $Fe-Cr-N$ からなる第2化合物層および窒素拡散層を表面から内側に向かって順に形成したものであり、耐摩耗性の高い窒素化合物層または窒素拡散層を摺動面とし、かつ空孔に保持された潤滑油が供給されるので非常に優れた耐摩耗性を発揮するという作用を有する。また、空孔率を15%以下という値に設定したので、窒素化合物層を形成する際に窒素がベーン内部まで深く進入することを防止する

ことができ、その結果寸法歪や脆化といった現象を最小限に抑えることができるという作用を有する。

【0008】請求項2に記載の発明は、請求項1記載のロータリ圧縮機でベーンの材料をクローム9~27%、炭素0.4%以上を含有する焼入れ硬化性のある鉄系粉末焼結合金としたものであり、クロームを適量含有することにより窒素化合物層の耐摩耗性を向上させ、特に窒素拡散層の耐摩耗性を飛躍的に向上させるという作用を有する。

【0009】請求項3に記載の発明は、請求項1記載のロータリ圧縮機でベーンの材料をクローム9~27%、ニッケル4~8%、炭素0.2%以下を含有する析出硬化性のある鉄系粉末合金としたものであり、クロームを適量含有することにより窒素化合物層の耐摩耗性を向上させ、特に窒素拡散層の耐摩耗性を飛躍的に向上させると同時に耐食性に優れたベーンを得ることができるという作用を有する。

【0010】請求項4に記載の発明は請求項1乃至3記載のロータリ圧縮機で、第1化合物層の厚さを1~20 $\mu m$ 、第2化合物層の厚さを50~200 $\mu m$ としたものであり、化合物層の厚さをこの寸法範囲にすることにより、十分な耐摩耗性を確保しながら窒化による寸法歪や脆化といった悪影響を許容できる範囲内に抑えられるという作用を有する。

【0011】請求項5に記載の発明は、請求項1乃至4記載のロータリ圧縮機で、シリンダ溝と摺動するベーンの側面で、第1および第2の化合物層を除去し、窒素拡散層を主たる摺動面としたものであり、窒素拡散層の中に存在する空孔の内壁表面が窒素化合物層で覆われているので空孔内に保持される潤滑油を逃がし難くなり、ベーンとシリンダの凝着摩耗に対する耐性が極めて優れたものになるという作用を有する。

【0012】請求項6に記載の発明は、請求項1乃至4記載のロータリ圧縮機で、シリンダ溝と摺動するベーンの側面で第1の化合物層すべてと第2の化合物層の一部を除去し、第2の化合物層と窒素拡散層とが混在して露出する面を摺動面としたものであり、窒素拡散層の方が第2化合物層よりも摩耗しやすいため、第2化合物層露出部分の間に存在する窒素拡散層が摺動摩耗により削り取られることで窪みが形成され、その窪みに潤滑油が保持されるので、ベーンとシリンダの凝着摩耗に対する耐性が極めて優れたものになるという作用を有する。

【0013】請求項7に記載の発明は、請求項1乃至4記載のロータリ圧縮機で、シリンダ溝と摺動するベーンの側面で第1の化合物層を除去し、第2の化合物層を摺動面としたものであり、第2化合物層はきわめて金属凝着しにくい性質を持っているので、ベーンとシリンダの凝着摩耗に対する耐性が極めて優れたものになるという作用を有する。

【0014】請求項8に記載の発明は、請求項1乃至4

記載のロータリ圧縮機で、ローラの外周面に摺接するベーン先端部を表面粗さ $R_y 3 \mu m$ 以下の第2の化合物層となるように研削加工したものであり、微細な突起部に大きな応力が働き難くなるため、きわめて金属凝着しにくい状態になり、ベーンとローラの凝着摩耗に対する耐性が極めて優れたものになるという作用を有する。

【0015】請求項9に記載の発明は、請求項1乃至8記載のロータリ圧縮機で、ローラが、クロームを0.5～1.0%、モリブデンを0.2～0.4%、リンを0.1～0.4%含む鋳鉄からなるものであり、ローラ材料の耐摩耗性を向上させることができるという作用を有する。

【0016】請求項10に記載の発明は、請求項1乃至8記載のロータリ圧縮機で、ローラが、クロームを0.5～1.0%、モリブデンを0.2～0.4%、ボロンを0.02～0.1%含む鋳鉄からなるものであり、ローラ材料の耐摩耗性を向上させることができるという作用を有する。

【0017】請求項11に記載の発明は、請求項1乃至10記載のロータリ圧縮機で、冷媒をHFC、冷凍機油をエステル油としたものであり、潤滑性の低いHFC冷媒を使用しても、耐摩耗性に優れたロータリ圧縮機とすることができるという作用を有する。

【0018】請求項12に記載の発明は、円筒形状の内周面を有するシリンダと、前記シリンダ内周面に外周面を接しながら偏芯回転運動をするローラと、前記シリンダの径方向に設けられたシリンダ溝に摺動自在かつ出沒可能に挿入されたベーンとからなり、前記ベーンが先端部をローラの外周面に摺接するように付勢されてシリンダ内空間を吸入空間と圧縮空間に仕切るロータリ圧縮機の製造方法であって、前記ベーンを空孔率15%以下の鉄系粉末焼結合金を熱処理によりマルテンサイト組織とした後、窒化または軟窒化処理により、 $Fe_3N$ または $(FeCr)_3N$ からなる第1化合物層および $Fe-Cr-N$ からなる第2化合物層および窒素拡散層を表面から内側に向かって順に形成するロータリ圧縮機の製造方法であり、特殊な工程を必要とせず耐摩耗性に優れたベーンを得ることができるという作用を有する。

【0019】請求項13に記載の発明は、請求項11記載のロータリ圧縮機の製造方法で、窒化または軟窒化処理の温度を500℃から580℃とし、窒素拡散層の厚さを0.05mm以上としたものであり、耐摩耗性の高い化合物層を安定して得られると共に、寸法精度を出すためにベーンの側面を研削する場合の研削代を確保することができるという作用を有する。

【0020】請求項14に記載の発明は、請求項11または12記載のロータリ圧縮機の製造方法で、ベーンを焼結成形した後に水蒸気処理をして前記ベーンの表面および空孔内に酸化皮膜を形成し、しかる後に窒化または軟窒化処理を行なうものであり、クロームを多く含む材

料は窒化が困難であるがあらかじめ酸化皮膜を設けておくことで窒化を容易にすることができるという作用を有する。

【0021】以下に、図を用いながら本発明の実施の形態について幾つか例をあげて説明する。

【0022】(実施の形態1) まず、図1～図4を用いて、本発明の実施の形態1について説明する。

【0023】図1は本発明の実施の形態1におけるロータリ圧縮機を示す縦断面図、図2はその圧縮機構の要部を示す横断面図、図3(a)は本発明の実施の形態1におけるベーンを示す図、(b)はベーン先端部の拡大断面模式図、(c)は窒化処理を行なった後のベーン側面部の拡大断面模式図、図4(a)窒化処理後側面を仕上げ研削加工したベーンを示す図、(b)は同ベーンの側面部の拡大断面模式図である。

【0024】図1において1は密閉容器であり、電動機部2と圧縮機部3が配置されている。電動機部2は回転子と固定子から構成され、回転子には主軸受9と副軸受11により回転自在に支持されたシャフト8が圧入等の方法により固定されている。圧縮機部3は吸入孔5および径方向のシリンダ溝24を有するシリンダ30と、外周面をシリンダ30の内周面に摺接しながら偏芯回転するローラ31と、ローラ31の内周面に摺動自在に挿入されたシャフト8の偏芯部と、シリンダ溝24に往復摺動自在に収納されてスプリング15による押圧力と背圧(吐出圧)により先端部がローラ31に押し付けられてシリンダ内部空間を吸入室16と圧縮室17に分割するベーン32と、シリンダ両端面を密閉する主軸受9および副軸受11とから構成されている。

【0025】次に、本構成によるロータリ圧縮機の動作を説明する。電動機部2に外部から通電することにより回転子が回転してシャフト8が回転駆動される。シャフト8が回転すると偏芯部に摺動自在に取り付けられたローラ31がシリンダ内周面に摺接しながら遊星運動(図2で反時計方向回転)を行なう。その結果、HFCなどの冷媒ガスが吸入管4から吸入孔5を介して吸入室16に吸い込まれ、同時に圧縮室17で圧力を上げられた冷媒ガスが吐出切り欠き19から吐出孔6を通して密閉容器1内に吐出される。

【0026】なお、図1では見やすくするために吐出孔6の位置を吸入孔から離れた位置に描いたが、実際には図2に示すようにベーン32を挟んで吸入孔の近くに配置されている。

【0027】この時、吸入室16と圧縮室17とを仕切るベーン32はスプリング15とベーン背部にかかる圧力によりローラ31の外周面に押し付けられており、先端部がローラ31の外周面と、側面部がシリンダ溝24の内壁面と摺動することになる。ベーン32とローラ31およびシリンダ溝24の潤滑は定常運転状態では密閉容器底部に貯留されている潤滑油23を使って行なわれ

るが、始動時には摺動部に十分な潤滑油が存在しておらず、吸入された冷媒ガスに僅かながら含まれている潤滑油（潤滑油は僅かではあるが冷媒ガスと共に圧縮機から吐出され、冷凍サイクルを循環した後再び吸入管から圧縮機に戻ってくる）が使われることになる。

【0028】つまり、密閉型ロータリ圧縮機の始動時における摺動条件は潤滑油が十分に供給されない厳しいものであり、特にベーンとシリンダ溝の間は往復摺動運動となるため油膜が形成されにくいと更に厳しい摺動条件であるということがいえる。また、近年環境対策のために採用されているHFC冷媒はそれ自身に潤滑性が乏しいので、HFC冷媒を使用したロータリ圧縮機の摺動条件は特に厳しいものであるといえる。

【0029】ベーン32は炭素が0.95~1.2%、クロームが16.0~18.0%のマルテンサイト系ステンレス鋼を材料として次のようにして製造される。

【0030】(1) 空孔率15%以下の固相焼結鉄として粉末焼結成型する。

【0031】(2) 焼入れ焼き戻しにより基地をマルテンサイト組織とする。

【0032】(3) 研削加工により先端部32aおよび側面部32bを仕上げる。

【0033】(4) 560~570℃で窒化処理を行なうことで図3(a)、(b)に示すようにFe<sub>3</sub>Nまたは(FeCr)<sub>3</sub>Nの層で形成された第1化合物層32c、Fe-Cr-Nの層で形成された第2化合物層32d、窒素拡散層32eを形成する。

【0034】(5) 最後に寸法精度を出すために図4(a)、(b)で示すように側面部32bを研削して窒素拡散層32eを露出させる。

【0035】ここで、クロームを16~18%とした理由は、クロームを9%以上含有していると窒化処理により形成される化合物層32cや窒素拡散層32eの耐摩耗性（耐凝着摩耗性）が大幅に向上するが、27%を越えると窒化が困難となるため両者の間で容易に窒化を行なうことができ、かつ十分な耐摩耗性を得ることができる範囲に設定したものである。

【0036】また、空孔率15%以下とした理由は、空孔率が15%以上となった場合は空孔どうしが繋がって連続空孔を形成するようになり、窒化時の窒素ガスがベーン材料の深部まで侵入し、表面だけではなくベーンの中心部まで窒化処理が行なわれてしまうので、極めて脆い組織となってしまうからである。また、窒化時に発生する歪についても、表面だけの窒化処理であれば、側面部を仕上げ研削することにより寸法精度を確保することができるが、中心まで窒化が進行した場合には仕上げ研削によって除去することができない極めて大きな歪が発生してしまうからである。一方、空孔率が小さすぎる場合には窒化処理による問題は発生しないが、潤滑油を十分に保持することができなくなる。このため空孔率の下

限は通常5%以上、好ましくは10%以上に設定するのが良い。

【0037】図4で示すように、ベーン32の側面を研削して窒素拡散層が露出した状態にすると、研削面32fは窒素拡散層の中に空孔34が点在している状態になる。そして、空孔34には潤滑油23が保持されており、この潤滑油23は運転時に摺動面に供給されるので耐摩耗性を向上させることになる。また、空孔34は窒化処理時に内壁面にFe-Cr-Nからなる第2化合物層32gが形成されており、この第2化合物層は窒化により組織を歪ませることで、隣り合う空孔どうしを連通する小さな孔を封孔する働きがあり、窒化処理前の材料に連続空孔が少々存在しても、窒化処理後には連続空孔が消滅していることになる。つまり、連続空孔が存在すると、圧力が加わったときに空孔どうしを連通する小さな孔を通じて潤滑油がベーンの外部に逃げていってしまうが、連続空孔が無い状態では圧力が加わっても潤滑油は逃げ道が無いのでそのまま保持されることになり、更なる耐摩耗性の向上に効果がある。

【0038】また、窒化処理条件の温度を、500℃から570℃に設定した理由は、この温度では化合物層や窒素拡散層が安定して形成され、安定した耐摩耗性を発揮することができるためである。更に窒素拡散層を0.05mm以上にすることにより、耐摩耗性が安定した窒素拡散層とすることができる。

【0039】ローラ31は、クローム0.8%、ニッケル0.2%、モリブデン0.2%、リン0.2%を添加した合金鋳鉄に焼入れ焼き戻しをほどこしたもので、シリンダ30は金型共晶黒鉛鋳鉄でパーライトを10~50%含んだものを使用している。

【0040】ベーン32の先端部32aとローラ31の外周面33は前述したように油の少ない金属接触に近い摺動条件となっているが、ベーン32の先端部は耐摩耗性の良好な第1化合物層32cで構成されているため、過酷な摺動条件においてもローラ31の外周面33との間で凝着摩耗を生じ難くすることができる。また、ローラ31の合金鋳鉄に添加されたクローム、モリブデン、リンは耐摩耗性を大幅に向上させる働きがあり、Niは焼入性を大きく高める働きがあるので、前述したベーン32とローラ31の組合せは非常に耐摩耗性の優れた材料組合せとなる。

【0041】ベーン32とシリンダ溝24は往復摺動運動であり、潤滑油の油膜が形成されにくい条件となっているが、潤滑油を保持した空孔を有する窒素拡散層を摺動面とすることで高い耐摩耗性を得ることができている。また、パーライトを10%以上含んだ金型共晶黒鉛鋳鉄と窒素拡散層の組合せは極めて高い耐摩耗性を発揮することができる。このようにして信頼性の高い圧縮機を実現することができる。

【0042】なお、上記実施の形態ではベーン32の素

材を炭素が0.95~1.2%、クロームが16.0~18.0%のマルテンサイト系ステンレス鋼としたが、具体的な材質としてはSUS440A、SUS440B、SUS440Cなどのマルテンサイト系ステンレス鋼はもちろん、SKD1やSKD11のような工具鋼でも同様の効果を得ることができる。

【0043】(実施の形態2)次に、図5~図6を用いて、本発明の実施の形態2について説明する。図5は本発明の実施の形態2におけるロータリ圧縮機の圧縮機構の要部を示す横断面図、図6は同ロータリ圧縮機のベーンを示す図である。

【0044】図5および図6において、ベーン50はクロームを16~18%、ニッケルを6.5~7.75%、炭素を0.09%以下含有する析出硬化形ステンレス鋼SUS631を材料として次のようにして製造される。

【0045】(1) 空孔率15%以下の固相焼結鉄として粉末焼結成型する。

【0046】(2) 固溶化処理および中間処理を行った後に析出効果処理を行い、基地にマルテンサイトと析出物を混在させた組織とする。

【0047】(3) 研削加工により先端部32aおよび側面部32bを仕上げる。

【0048】(4) 窒化処理を行い、図6(b)、(c)に示すように $Fe_3N$ または $(FeCr)_3N$ の層で形成された第1化合物層50c、 $Fe-Cr-N$ の層で形成された第2化合物層50d、窒素拡散層50eを形成する。

【0049】(5) 最後に寸法精度を出すために図6(d)で示すように側面部50bを研削して窒素拡散層50eを露出させる。

【0050】ローラ51は、クローム0.8%、ニッケル0.2%、モリブデン0.2%、ボロン0.04%を添加した合金鋼鉄に焼き入れ焼き戻しをほどこしたものである。シリンダ53はパーライトを95%以上含んだFC250を使用している。

【0051】ベーン50の先端部50aとローラ51の外周面54は前述したように油の少ない金属接触に近い摺動条件となるが、ベーン50の先端部は耐摩耗性の良好な第1化合物層50cと第2化合物層50dで構成されているため、過酷な摺動条件においてもローラ51の外周面54との間で凝着摩耗を生じ難くすることができる。

【0052】また、ローラ51の合金鋼鉄に添加されたクローム、モリブデン、ボロンは耐摩耗性を大幅に向上させる働きがあり、Niは焼入性を大きく高める働きがあるので、前述したベーン50とローラ51の組合せは非常に耐摩耗性の優れた材料組合せとなる。

【0053】ベーン50とシリンダ溝24は往復摺動運動であり、潤滑油の油膜が形成されにくい条件となつて

いるが、潤滑油を保持した空孔を有する窒素拡散層を摺動面とすることで高い耐摩耗性を得ることができている。また、パーライトを95%以上含んだFC250と窒素拡散層の組合せは極めて高い耐摩耗性を発揮することができる。

【0054】このようにして信頼性の高い圧縮機を実現することができる。

【0055】なお、上記実施の形態ではベーン50の素材としてクロームを16~18%、ニッケルを6.5~7.75%、炭素を0.09%以下含有する析出硬化形ステンレス鋼SUS631としたが、SUS630でも同様の効果を得ることができる。

【0056】(実施の形態3)次に、図7を用いて、本発明の実施の形態3について説明する。図7は、本発明の実施の形態3におけるベーンを示す図である。

【0057】図7において、ベーン62は炭素を0.95~1.2%、クロームを16~18%含むマルテンサイト系ステンレス鋼を材料として次のようにして製造される。

【0058】(1) 空孔率15%以下の固相焼結鉄として粉末焼結成型する。

【0059】(2) 焼き入れ焼き戻し処理により基地をマルテンサイト組織とする。

【0060】(3) 研削加工により先端部62aおよび側面部62bを仕上げる。

【0061】(4) 560~570℃で窒化処理を行い、図7(b)、(c)に示すように $Fe_3N$ または $(FeCr)_3N$ の層で形成された第1化合物層62c、 $Fe-Cr-N$ の層で形成された第2化合物層62d、窒素拡散層62eを形成する。

【0062】(5) 先端部62aおよび側面部62bを研削加工し、先端部62aは表面あらさ $Ry1\mu m$ 程度とする。

【0063】先端部62aはこの表面あらさであれば、ローラ63との微視的な接触においても、ヘルツ応力が小さく摩耗に影響をあたえない結果となる。また、先端部62aには第2化合物層62dを残しているため、ローラ63との間で凝着摩耗しにくい構成となっている。一方、側面部62bにおいても、第2化合物層62dを残しているため、シリンダ溝24との間の摩耗もきわめて少なくなる。

【0064】(実施の形態4)次に、図8を用いて、本発明の実施の形態4について説明する。

【0065】図8は、本発明の実施の形態4におけるベーンを示す図である。図8においてベーン62は窒化処理により表面に第1の化合物層、第2の化合物層、窒素拡散層を形成した後、側面を研削加工して第2化合物層62dと窒素拡散層62eを混合して露出させている。このためベーン側面は、非常に硬い組織(62d)と硬い組織(62e)が混ざって分布し、摺動により硬い組



織62eが僅かに摩耗してできた浅い窪みに潤滑油23が保持される。この結果、摺動面には常に潤滑油が存在するので耐摩耗性が向上する。

【0066】さらに、ベーン62は先端部62aおよび側面部62bの摺動面に空孔65を有し、この空孔65内に潤滑油23が保持されるので常に充分な潤滑油が存在することになり、非常に強い耐摩耗性を発揮する。

【0067】また、ローラは、クローム0.8%、ニッケル0.2%、モリブデン0.2%、リン0.3%を添加した合金鑄鉄に焼き入れ焼き戻しをほどこしたものを、シリンダはA型片状黒鉛鑄鉄FC250でパーライトを90%以上含んだものを使用している。これらのローラ、シリンダとベーンの組合せにより、非常に摩耗量が少なく、信頼性の高い圧縮機が実現できる。

【0068】(実施の形態5)次に、図9を用いて、本発明の実施の形態5について説明する。

【0069】図9は、本発明の実施の形態5におけるベーンを示す図である。図9において、ベーン72は炭素を0.95~1.2%、クロームを16~18%含むマルテンサイト系ステンレス鋼を材料として次のようにして製造される。

【0070】(1) 空孔率15%以下の固相焼結鉄として粉末焼結成型する。

【0071】(2) 焼き入れ焼き戻し処理により基地をマルテンサイト組織とする。

【0072】(3) 削加工により先端部および側面部を仕上げる。

【0073】(4) 水蒸気処理により表面部および内部空孔部に四三酸化鉄の皮膜76を形成する。

【0074】(5) 窒化処理を行い、 $Fe_3N$ または $(FeCr)_3N$ の層で形成された第1化合物層、 $Fe-Cr-N$ の層で形成された第2化合物、窒素拡散層を形成する。

【0075】(6) 側面部を研削加工して第2化合物層77を露出させる。

【0076】クロームを多く含む材料は窒素の時点で酸化クロームの膜が形成されているため、通常の窒化処理だけでは窒化が難しく、硫化水素ガス、フッカ窒素ガス等で酸化クロームの膜を除去する前処理が必要である。しかし、上記のように水蒸気処理を施してあれば、前処理が不要か、もしくは、短時間の前処理で、窒化処理が可能となる。

【0077】また、窒化後、第2化合物層77や窒素拡散層78の空孔部75内に第2化合物層79や四三酸化鉄の膜76が残存しているため気密性が向上し、かつ四三酸化鉄は多孔質体であるため潤滑油23を保持する能力が大きくなり、耐摩耗性を向上させることができる。

【0078】

【発明の効果】以上に示したように、本願発明によれば以下に示すような効果を奏するものである。

【0079】すなわち、本願発明によれば、空孔率15%以下のマルテンサイト組織化された鉄系粉末焼結合金基地の表面に、 $Fe_3N$ または $(FeCr)_3N$ からなる第1化合物層および $Fe-Cr-N$ からなる第2化合物層および窒素拡散層を表面から内側に向かって順に形成したので、極めて耐摩耗性の高いベーンを得ることができるという有利な効果が得られる。

【0080】また、本願発明によれば、鉄系粉末焼結合金としてクロームを9~27%、炭素を0.4%以上含有する焼き入れ硬化性のある材料としたことで、強靱で表面高度が高く耐摩耗性に優れたベーンを得ることができるという優れた効果を得られる。

【0081】また、本願発明によれば、鉄系粉末焼結合金としてクロームを9~27%、ニッケルを4~8%、炭素を0.2%以下含有する析出硬化性のある材料としたことで、耐摩耗性が高くかつ耐食性に優れたベーンを得ることができるという優れた効果を得られる。

【0082】また、本願発明によれば、シリンダ溝と摺動するベーンの側面で、第1および第2の化合物層を除去し、窒素拡散層を主たる摺動面としたことで、寸法精度を確保するための研削代を大きく取れるのでベーン側面の寸法精度が出しやすくなり、かつシリンダとの凝着摩耗に対する耐性が優れたベーンを得ることができるという優れた効果を得られる。

【0083】また、本願発明によれば、シリンダ溝と摺動するベーンの側面で第1の化合物層すべてと第2の化合物層の一部を除去し、第2の化合物層と窒素拡散層とが混在して露出する面を摺動面としたことで、窒素拡散層が摺動摩耗により削り取られた窪みに潤滑油が保持され、凝着摩耗に対する耐性が極めて優れたベーンを得ることができるという優れた効果を得られる。

【0084】また、本願発明によれば、ローラの外周面に摺接するベーンの先端部を表面粗さ $Ry\ 3\ \mu m$ 以下の第2の化合物層となるように研削加工したことにより、微細な突起部に大きな応力が働き難くなるため、ローラとベーンが金属凝着しにくいロータリ圧縮機を得ることができるという優れた効果を得られる。また、本願発明によれば、潤滑性の低いHFC冷媒を使用しても、耐摩耗性に優れたロータリ圧縮機とすることができるので、地球環境の保護に貢献することができるという優れた効果が得られる。

【0085】また、本願発明によれば、あらかじめ酸化皮膜を設けておくことでクロームの含有率が高い合金でも容易に窒化することができるので、窒化処理後の表面高度を大きくすることが可能となり、耐摩耗性に優れたベーンを得ることができるという優れた効果を得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1におけるロータリ圧縮機を示す縦断面図



【図2】本発明の実施の形態1におけるロータリ圧縮機の圧縮機構の要部を示す横断面図

【図3】(a)本発明の実施の形態1におけるペーンを示す図

(b)ペーンの先端部の拡大断面模式図

(c)窒化処理を行なった後のペーン側面部の拡大断面模式図

【図4】(a)窒化処理後側面を仕上げ研削加工したペーンを示す図

(b)同ペーンの側面部の拡大断面模式図

【図5】本発明の実施の形態2におけるロータリ圧縮機の圧縮機構の要部を示す横断面図

【図6】(a)本発明の実施の形態2におけるロータリ圧縮機のペーンを示す図

(b)同D部拡大断面模式図

(c)同E部拡大断面模式図(切削前)

(d)同E部拡大断面模式図(切削後)

【図7】(a)本発明の実施の形態3におけるペーンを示す図

(b)同F部拡大断面模式図

(c)同G部拡大断面模式図

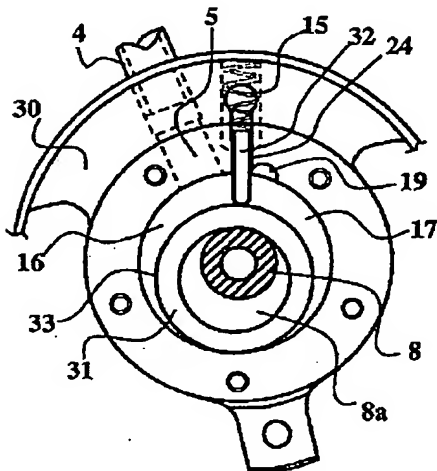
【図8】(a)本発明の実施の形態4におけるペーンを示す図

(b)同H部拡大断面模式図

【図9】(a)本発明の実施の形態5におけるペーンを示す図

(b)同J部拡大断面模式図

【図2】



【図10】従来のロータリ圧縮機の圧縮機構の要部を示す横断面図

【符号の説明】

1 密閉容器

2 電動機部

3 圧縮機部

4 吸入管

5 吸入孔

6 吐出孔

10 8 シャフト

9 主軸受

11 副軸受

16 吸入室

17 圧縮室

23 潤滑油

24 シリンダ溝

30 シリンダ

31 ローラ

32 ペーン

20 32a ペーン先端部

32b ペーン側面部

32c 第1化合物層

32d 第2化合物層

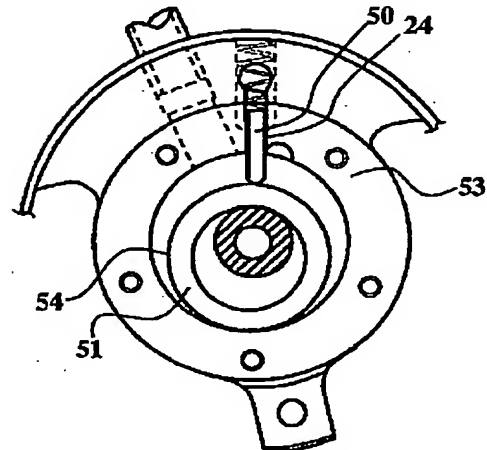
32e 窒素拡散層

32f ペーン側面部の研削面

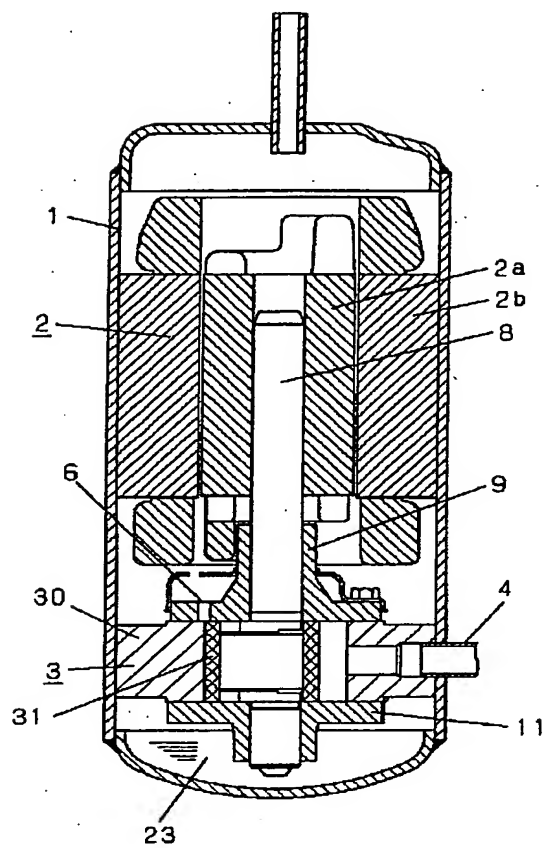
32g ペーン側面部の空孔内第2化合物層

34 空孔

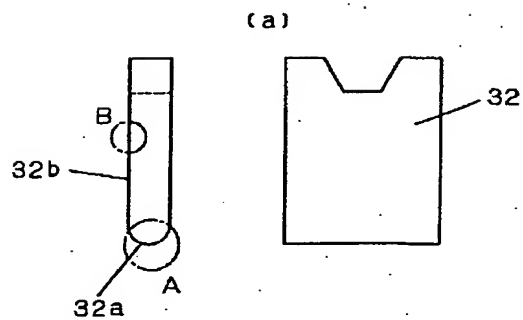
【図5】



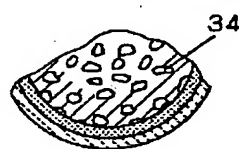
【図1】



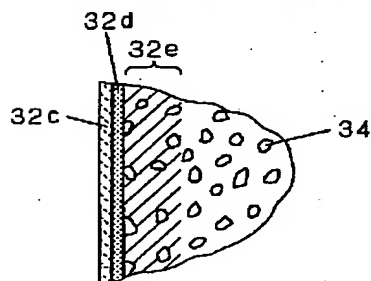
【図3】



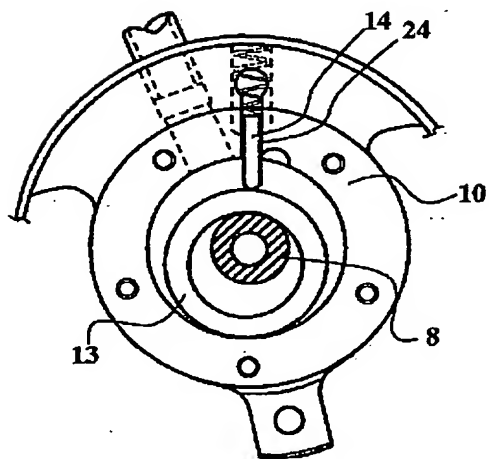
(b) A部拡大断面模式図



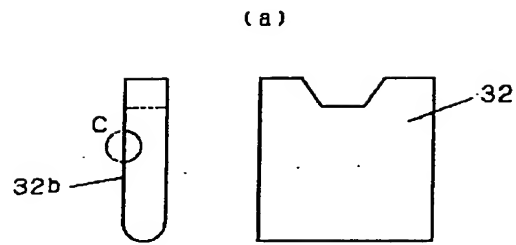
(c) B部拡大断面模式図



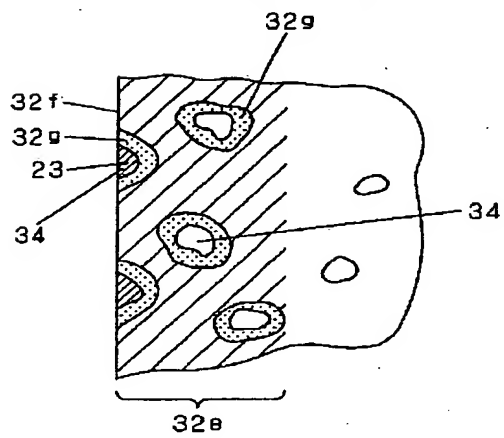
【図10】



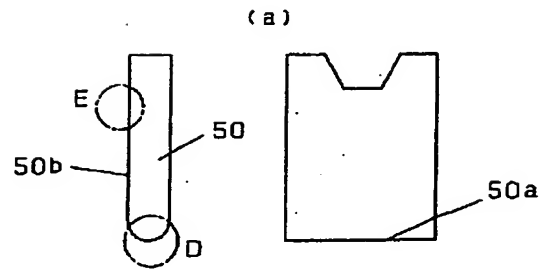
【図4】



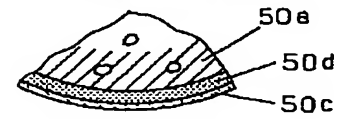
(b) C部拡大断面模式図



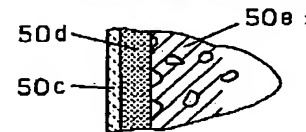
【図6】



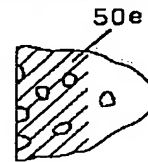
(b) D部拡大断面模式図



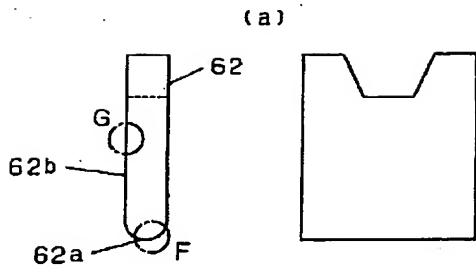
(c) E部拡大断面模式図（削切前）



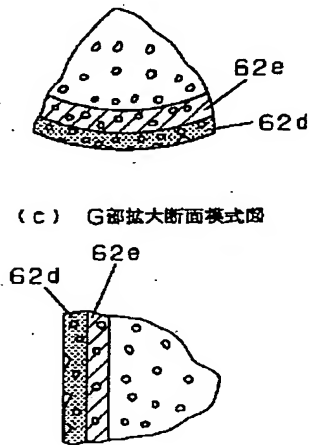
(d) E部拡大断面模式図（削切後）



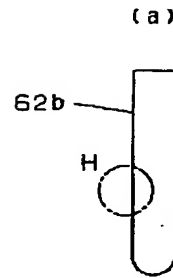
【図7】



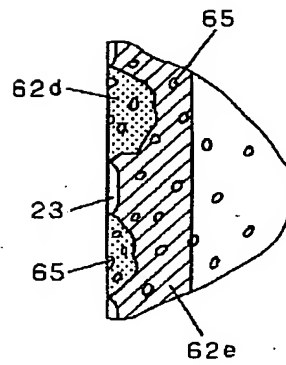
(b) F部拡大断面模式図



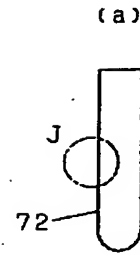
【図8】



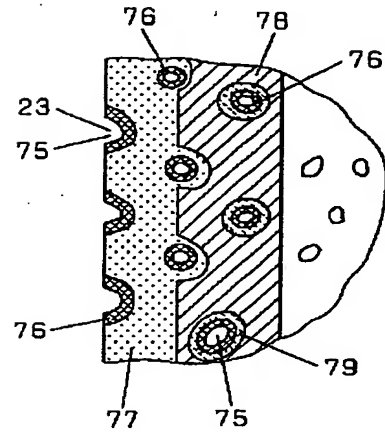
(b) H部拡大断面模式図



【図9】



(b) J部拡大断面模式図



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターマート(参考)

C 2 2 C 37/06

C 2 2 C 37/06

38/00

3 0 4

38/00

3 0 4

38/18

38/18

38/40

38/40

C 2 3 C 8/02

C 2 3 C 8/02

8/26

8/26